

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Кафедра електричної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

_____ Леонід Бачурін

«_____» _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 1.9 Теплові мережі

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 144 Теплоенергетика

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплові мережі» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 144 Теплоенергетика (ОПП «Теплоенергетика», бакалавр)

«_____» _____ 2021 року, 8 с.

Розробник: Немцев Е.М., старший викладач кафедри електричної інженерії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричної інженерії

Протокол № 3 від « 30 » 09 2021 р.

Завідувач кафедри електричної інженерії

_____ к.т.н., доц. Колларов О.Ю.
(підпис)

«_____» _____ 20__ р

Схвалено Науково-методичною комісією галузі знань 14 Електрична інженерія

Протокол № ____ від «_____» _____ 20__ р.

«_____» _____ 20__ р. Голова _____ (_____) (підпис) (прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	6
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	180
лекції:	32	6
практичні заняття:	48	6
лабораторні заняття:	–	–
семінари:	–	–
самостійна робота:	100	168
Форма підсумкового контролю	Екзамен, КП	
Дисципліну викладають	Немцев Едуард Миколайович http://elin.donntu.edu.ua eduard.niemtsev@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка», «Тепломасобмін», «Вогнетриві та ізоляційні матеріали», «Керування енергетичними потоками», «Системи виробництва та розподілу енергоносіїв».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Теплові мережі» є формування у студентів знань та умінь, необхідних для експлуатації, проектування і удосконалення теплових мереж, освоєння принципів складання і розрахунку схем теплових мереж, вибору основного і допоміжного обладнання, методів розрахунку теплової економічності та засобів ефективного транспортування теплової енергії.

Дисципліна «Теплові мережі» вивчається у сьомому семестрі освітньої програми поряд з дисциплінами «Математичні моделі в теплоенергетиці», «Нагнітачі та теплові двигуни. Частина 1», «Вторинні енергоресурси та енергозбереження», «Теплотехнічні вимірювання та прилади».

Фахові компетентності:

ФК5. Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК9. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

ФК11. Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання:

ПРН4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

ПРН13. Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

ПРН18. Вміти керувати професійною діяльністю, участі у роботі над проектами, відповідальності за прийняття рішень у сфері теплоенергетики.

3. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Теплові мережі» студент повинен:

знати:

- принципи складання схем теплових мереж;
- призначення і характеристики обладнання;
- засоби захисту навколишнього середовища від викидів;
- теплові схеми і типові компоновки і генплани теплових мереж;
- показники теплової економічності теплових мереж.

вміти:

- розраховувати схеми теплових мереж;
- вибирати обладнання теплових мереж;
- розраховувати показники теплової економічності;
- зіставляти по показникам теплові мережі;
- складати та вирішувати рівняння матеріального і теплового балансів вузлів принципової теплової схеми мережі.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами представлення результатів навчання дисципліни «Теплові мережі» є:

- екзамен, що проводиться у письмовий формі в обсязі матеріалу, визначеного навчальною програмою дисципліни «Теплові мережі» і в терміни, встановлені навчальним планом.
- на практичних заняттях, шляхом проведення опитування для оцінки рівня засвоєння студентом поточної теми. Поточний контроль має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Контроль за навчально-пізнавальною діяльністю здійснюється у фронтальній, груповій, індивідуальній формах, перевірки виконання ситуативних задач тощо. Оцінка наданих відповідей здійснюється шляхом виставлення відповідних балів, які сумуються протягом семестру.

Навчальним планом передбачено виконання курсового проекту.

Мета курсового проекту — закріплення теоретичних знань і практичних навичок, одержаних на лекційних та практичних заняттях.

Тема курсової роботи «Вибір параметрів теплової мережі».

Зміст курсового проекту полягає в тому, щоб за одержаними вихідними даними обрати основні параметри частини теплової мережі промислового району. До вихідних даних входять топологія мережі, види теплового навантаження та витрати теплоти споживачами, район спорудження мережі. Більш детальну інформацію про зміст курсового проекту, організацію її виконання, форми і методи контролю та оцінювання результатів наведено у методичних вказівках до виконання курсового проекту.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Під час семестрового контролю враховуються результати виконання практичних робіт та якості виконання індивідуального завдання відповідно до розподілу балів, які отримують студенти:

– д.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	Пр. 9	Пр. 10	Пр. 11	Пр. 12	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	40	60	100
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	60	84

– з.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	Пр. 9	Пр. 10	Пр. 11	Пр. 12	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
6	–	7	7	7	7	–	–	–	–	6	–	40	60	100
4	–	4	4	4	4	–	–	–	–	4	–	24	60	84

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи;

2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні).

Диференційований залік за курсовий проект виставляється за результатами публічного захисту перед комісією у складі 2-3 осіб, під час якого оцінюється рівень презентації курсового проекту, глибина оволодіння студентом досліджуваної теми, вміння вести дискусію, обговорювати й відстоювати свою точку зору та проектні рішення, правильність відповідей на поставлені питання.

Оцінка курсового проекту включає бали за виконання роботи та за захист (для усіх форм навчання):

Пояснювальна записка	Захист роботи	Максимальний бал
40	60	100

Оцінювання проводиться з урахуванням вимог «Положення про організацію освітнього процесу». Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною шкалою та чотирибальною («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6 Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Теплове навантаження. Класифікація теплового навантаження.

Класифікація теплового навантаження. Сезонне навантаження. Цілорічне навантаження. Річна витрата теплоти.

Тема 2. Парові та водяні системи тепlopостачання. Підключення споживачів. Вибір теплоносія для системи тепlopостачання.

Підключення систем опалення до теплових мереж. Підключення систем гарячого водопостачання до теплових мереж. Підключення технологічного навантаження. Вибір теплоносія і системи тепlopостачання.

Тема 3. Режим регулювання теплових мереж. Методи регулювання.

Методи регулювання. Центральне якісне регулювання теплових мереж за опалювальним навантаженням. Центральне якісне регулювання за спільним навантаженням опалення і гарячого водопостачання. Визначення витрат теплоносія.

Тема 4. Гідравлічний розрахунок теплових мереж.

Задачі гідравлічного розрахунку. Схеми і конфігурації теплових мереж. Основні розрахункові залежності. Порядок гідравлічного розрахунку. Особливості гідравлічного розрахунку паропроводів. Особливості розрахунку конденсатопроводів. Характеристики теплових мереж.

Тема 5. Теплові пункти.

Загальна характеристика теплових пунктів. Основне устаткування теплових пунктів. Акумуляція теплоти. Засоби автоматизації теплових пунктів, арматура.

Тема 6. Прокладання та експлуатація теплових мереж.

Конструкційні вимоги до теплопроводів. Надземне прокладання. Підземне прокладання. Опори трубопроводів. Компенсація температурних деформацій. Експлуатація теплових мереж.

Тема 7. Тепловий розрахунок трубопроводів.

Вибір матеріалу та товщини теплоізоляції. Задача теплового розрахунку. Тепловтрати при наземному прокладанні трубопроводу. Тепловтрати при підземному безканальному прокладанні трубопроводу. Тепловтрати при підземному прокладанні трубопроводу в непрохідному каналі. Охолодження теплоносія.

Тема 8. Графіки регулювання теплових мереж. Ізоляція теплових мереж.

Розрахунок графіків регулювання теплових мереж. Розрахунок п'єзометричного графіку системи теплопостачання. Розрахунок товщини ізоляції теплопроводів. Заходи щодо зменшення теплових викидів.

6.2. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Практична робота 1 (до теми 1). Визначення розрахункових навантажень системи опалення та річної витрати теплоти на опалення.	4	1
2	Практична робота 2 (до теми 2). Визначення теплового навантаження гарячого водопостачання для різних періодів року.	4	—
3	Практична робота 3 (до теми 2). Огляд та розрахунок схем підключення систем опалення до водяних теплових мереж.	4	1
4	Практична робота 4 (до теми 3). Визначення витрат теплоносія для окремих споживачів у залежності від температури зовнішнього повітря.	4	1
5	Практична робота 5 (до теми 3). Визначення витрат теплоносія для окремих споживачів у залежності від прийнятого режиму регулювання.	4	1
6	Практична робота 6 (до теми 4). Порядок та методи гідравлічного розрахунку теплових мереж.	4	1
7	Практична робота 7 (до теми 5). Складання теплової схеми та визначення складу обладнання тепlopункту.	4	—
8	Практична робота 8 (до теми 5). Підбір систем автоматизації.	4	—
9	Практична робота 9 (до теми 6). Вивчення конструкційних вимог до теплопроводів.	4	—
10	Практична робота 10 (до теми 7). Розрахунок температурного поля навколо теплопроводів, розрахунок втрат теплоти.	4	—
11	Практична робота 11 (до теми 7). Розрахунок товщини ізоляції, розрахунок зниження температури теплоносія.	4	1
12	Практична робота 12 (до теми 8). Розрахунок графіків регулювання теплових мереж.	4	—
Усього годин		48	6

6.3. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачено.

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1. Теплове навантаження. Класифікація теплового навантаження.	9	18
2	Тема 2. Парові та водяні системи тепlopостачання. Підключення споживачів. Вибір теплоносія для системи тепlopостачання.	9	17
3	Тема 3. Режим регулювання теплових мереж. Методи регулювання.	9	18
4	Тема 4. Гідравлічний розрахунок теплових мереж.	9	17
5	Тема 5. Теплові пункти.	8	17
6	Тема 6. Прокладання та експлуатація теплових мереж.	8	17
7	Тема 7. Тепловий розрахунок трубопроводів.	9	17
8	Тема 8. Графіки регулювання теплових мереж. Ізоляція теплових мереж.	9	17
9	Виконання курсового проекту	30	30
	Усього годин	100	168

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Навчальним планом передбачено виконання курсового проекту.

Тема курсового проекту «Вибір параметрів теплової мережі»:

- визначення розрахункових теплових навантажень району міста,
- побудова графіків витрат теплоти,
- регулювання відпуску теплоти,
- визначення розрахункових витрат теплоносія в теплових мережах,
- гідравлічний розрахунок водяних теплових мереж,
- побудова п'єзометричного графіка і підбір насосів,
- механічний розрахунок трубопроводів.

7. Література

7.1. Основна

1. ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. Київ. Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. Дата початку дії 07.01.2009
2. Конспект лекцій по дисципліні «Джерела тепlopостачання та теплові мережі» для студентів за напрямом навчання 6.050601 «Теплоенергетика»/ Укл. Клімов Р.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016. – 103с.
3. Теплоенергетичні установки і системи: навч. посіб. / Горобець В. Г.; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ: Компрінт, 2018. – 392 с.
4. Прядко М.О. та інш. Теплові мережі: Навчальний посібник /За ред. М.О. Прядко. – К.: Алеута, 2005.
5. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472с.

7.2. Допоміжна

1. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 232 с.
2. Цветков В.В., Бережнов И.А. Справочник по теплоснабжению промышленных предприятий. – Харьков: Прапор, 1987. – 118 с.
3. Єнін П.М., Швачко Н.А. Тепlopостачання (частина 1 «Теплові мережі та споруди»): Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 244 с.
4. Строй А. Ф. Расчет и проектирование тепловых сетей. / А. Ф. Строй, В.Л. Скальский. – К.: Будівельник, 1981. – 144 с.

5. Пыркoв В. В. Сoвременные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: П ДП «Такі справи», 2007.– 252 с.
6. Теплові мережі. Навчальний посібник для ВНЗ / М. О. Прядко, В. І. Павелко, С.М. Василенко. – К.: Алерта, 2005. – 227 с.
7. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Минстрой России.- ГП ЦПП, 1994.- 66 с. – (Вв. в дію в Україні зі змінами №1 та №2 з 1.01.2001 наказом Держбуду України № 290 від 20.12.2000).
8. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию /Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 376 с.
9. Пешехонов Н.И. Проектирование теплоснабжения. – Киев: Вища школа, 1982. – 328 с.
10. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справочное пособие /Л.Д.Богуславский и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 624 с.
11. Эксплуатация тепловых пунктов систем теплоснабжения/В.П.Витальев, В.Б.Николаев, Г.А.Порывай, Н.Н.Сельдин. – М.: Стройиздат, 1985. – 382 с.

7.3. Методична

1. Методичні рекомендації до проведення практичних занять та самостійного вивчення дисципліни «Теплові мережі» – у розробці.
2. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Теплові мережі» – у розробці.

8. Інформаційні ресурси

1. <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-204> – ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. - Затв. наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 09.12.2008 р. №568. – Чинні з 2009-01-07.
2. https://dnaop.com/html/1630/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_40.1-1.02-01 – НПАОП 40.1-1.02-01. Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж.
3. http://odz.gov.ua/lean_pro/normdocs/files/dovidnikexpl.pdf – Довідник по експлуатації теплових мереж та тепловикористовуючого обладнання.